

Aus dem Institut für Wasser-, Boden- und Lufthygiene
des Bundesgesundheitsamtes
Berlin - Dahlem

Vergleichsuntersuchungen über
Salmonella-Vorkommen im Abwasser
einer Stadt, einer Stadtrandsiedlung und
eines Infektionskrankenhauses

Inaugural - Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde
der Medizin an den Medizinischen Fachbereichen
der Johannes Gutenberg-Universität Mainz

vorgelegt von
Rana Sodhi
aus Berlin

Mainz 1975

1976

Digitized by the Internet Archive
in 2026



Aus dem Institut für Wasser-, Boden- und Lufthygiene
des Bundesgesundheitsamtes
Berlin - Dahlem

Vergleichsuntersuchungen über
Salmonella-Vorkommen im Abwasser
einer Stadt, einer Stadtrandsiedlung und
eines Infektionskrankenhauses

Inaugural - Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde
der Medizin an den Medizinischen Fachbereichen
der Johannes Gutenberg-Universität Mainz

vorgelegt von
Rana Sodhi
aus Berlin

Mainz 1975

Fachbereichsdekan

Professor Dr. P. Klein

Referent

Professor Dr. S. Carlson

Korreferent

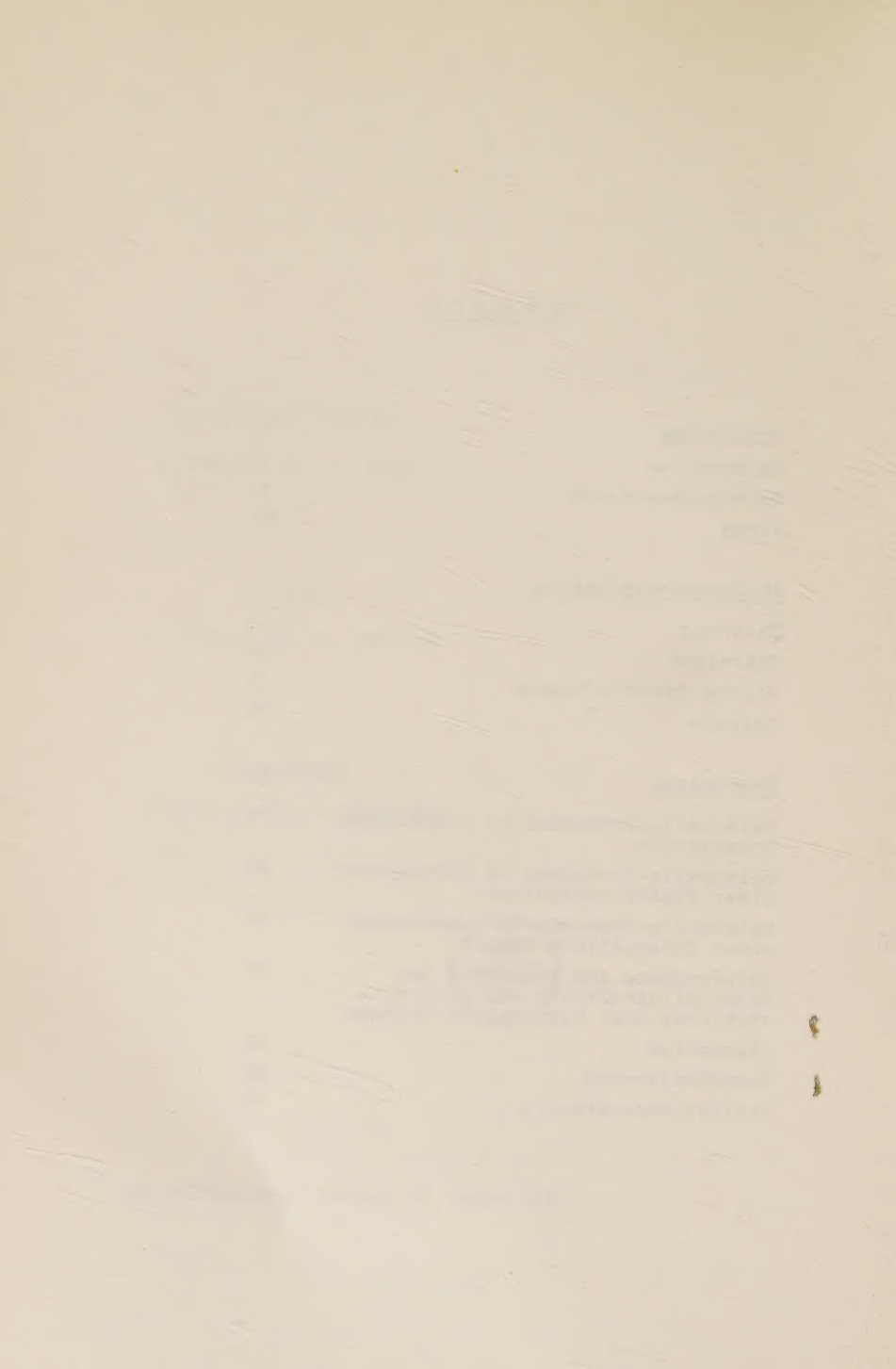
Professor Dr. J. Borneff



Tag der mündlichen Prüfung: 29. Januar 1976

I N H A L T

Einleitung	1
Salmonellen	3
Tuberkelbakterien	8
Viren	10
 <u>Abwasserdesinfektion</u>	
Chlorung	11
Thermisch	14
Eigene Untersuchungen	15
Methode	15
 <u>Ergebnisse</u>	
Salmonella-Vorkommen in städtischem Rohabwasser	17
Salmonella-Vorkommen im Rohabwasser einer Stadtrandsiedlung	18
Salmonella-Vorkommen im Rohabwasser einer Salmonellose-Klinik	18
Untersuchung des Abwassers der Salmonellose-Klinik auf bakterio- statische oder bakterizide Wirkung	19
Diskussion	22
Zusammenfassung	28
Literaturverzeichnis	29



Einleitung

Seit Jahren wird das Für und Wider der Desinfektion von Krankenhausabwässern, insbesondere von Infektionsabteilungen, lebhaft diskutiert. Dieses Thema bleibt wahrscheinlich noch lange aktuell, obwohl die ätiologische Ursache der Belastung des Abwassers und der Vorfluter mit pathogenen Mikroorganismen als geklärt angesehen werden kann. Die Herkunft der Infektionserreger im Abwassernetz wird im allgemeinen auf Krankenhausabwasser zurückgeführt.

Dies trifft nicht zu, weil sich durch eine Desinfektion der Krankenhausabwasser, insbesondere von Infektionsabteilungen, in Gebieten mit hoher Bevölkerungsdichte die Zahl der pathogenen Mikroorganismen nicht nachweislich reduzieren läßt. Welche epidemiologische Bedeutung den pathogenen Mikroorganismen beigemessen werden muß, hängt im Wesentlichen vom Grad der Abwasserreinigung, der Belastung eines als Vorfluter dienenden Gewässers und seiner Nutzung ab. Durch das Umweltprogramm der Bundesregierung ist die Forderung nach einer Gewässerreinhaltung erneut in den Vordergrund gerückt. Angestrebt wird, die Beschaffenheit der Oberflächengewässer soweit zu verbessern, daß sie als Freizeit- und Erholungsstätten dienen können. Dieser Plan setzt voraus, daß sie praktisch frei von pathogenen Mikroorganismen sind und nicht durch Abwasser belastet werden.

Die wichtigsten im Abwasser vorhandenen Krankheitserreger sind Salmonellen, Shigellen, Tuberkelbakterien (Tb-Bakt.), Leptospiren, Viren, Milzbrandbazillen (durch Gerbereibetriebe) und Wurmeier, sofern man letztere zu den "Krankheitserregern" zählt (9). Diese

Mikroorganismen verhalten sich je nach ihrer Widerstandsfähigkeit im Abwasser und während der Abwasserreinigung sehr verschieden. Die erneute Aktualität der Abwasserbelastung mit pathogenen Mikroorganismen war der Grund, dieses Thema nochmals aufzugreifen.

Salmonellen

Von 845 erfaßten Ausscheidern ansteckender Darmkrankheiten befanden sich z.B. in Berlin 1954 nur 66 in stationärer Behandlung (55). Die Zahl der Ausscheider bzw. Keimträger unter der Bevölkerung läßt sich aus vorliegenden Untersuchungen abschätzen. Unter 17.902 Personen befanden sich 146 (0,82 %), die pathogene Darmkeime ausschieden. *S.typhi* kam in 0,12 % und *S.paratyphi B* in 0,15 % vor. Die insgesamt isolierten Salmonellen gehörten 18 verschiedenen Typen an (59). In einer anderen Untersuchungsserie konnten unter 3800 gesunden Personen 28 (0,74 %) Salmonellen- und Ruhrbakterienausscheider bzw. -Keimträger ermittelt werden. Bakteriologische Kontrollen nach § 17 und § 18 Bundesseuchengesetz (BSeuchG) von über 1,3 Mill. Proben ergaben bei 75,7 von 10^5 Proben Enteritissalmonellenfunde. Der Typhus- und Paratyphusnachweis betrug 6,3 bzw. $8,1/10^5$ (5). Am häufigsten treten Salmonellosen im Kindesalter auf. Bei den sporadischen Erkrankungsfällen in Hessen während der Jahre 1952 bis 1965 befanden sich 30 % der Erkrankten im Alter zwischen 0 und 5 Jahren und 40 % im Alter zwischen 0 und 10 Jahren (2). Ein weiterer Faktor, der für die Haftung von Salmonellen eine Rolle spielt, ist die Zahl der aufgenommenen Erreger (45).

Von Bedeutung sind ferner sowohl für die Haftung als auch für die Eliminierung der Salmonellen die Abwehrmechanismen des Organismus (45). Unsere Kenntnisse über die Verbreitung der Salmonellen beim Menschen beruhen auf dem Nachweis von Erkrankungen und auf der Ermittlung von Ausscheidern sowie Keimträgern. Diese Informationen haben für die Epidemiologie der Salmonellen nur beschränkte Aussagekraft, denn die zahlenmäßige Diskrepanz zwischen Infizierten und Erkrankten sowie zwischen den Erkrankten und gemeldeten Erkrankungsfällen

ist bei den Salmonella-Infektionen groß. Deshalb wird nur ein kleiner Teil der Ausscheider erfaßt.

Wesentlich größer als beim Menschen ist das Vorkommen von Salmonellen bei Tieren sowie in tierischen Lebens- und Futtermitteln (33, 46, 78). 1970 wurden insgesamt 10.399, 1971 7.933 und 1972 8.340 Salmonella-Isolierungen der tierärztlichen Untersuchungsstellen erfaßt und ausgewertet (116, 117). Sie verteilten sich 1970 auf 112, 1971 auf 117 und 1972 auf 125 Salmonella-Typen. Erhöht hat sich besonders der Anteil an *S.typhi murium*-Befunden (1970: 32,3 %, 1971: 39,5 %, 1972: 52,7 %). Die gleiche Beobachtung wurde in Polen bei Tieren und Tierprodukten gemacht (10). Der Anteil der im Handel erhältlichen Salmonellen infizierten Schlachthähnchen beträgt bei deutscher und niederländischer Ware etwa 30 %. 1972 konnten 29 verschiedene Salmonella-Typen aus Geflügelproben isoliert werden. Es dominierten *S.typhi murium* und *S.infantis* (117).

Infolge der weiten Verbreitung von Salmonellen ist über ihr Vorkommen im Abwasser und in Vorflutern sehr häufig berichtet worden (11, 25, 32, 50, 60, 61, 84, 111, 112, 113). Von 220 Abwasserproben aus kommunalen Kläranlagen des Bezirkes Halle enthielten 173 (78,6 %) Keime der Salmonellagruppe (75).

Im Stammsiel von Hamburg konnten in 90 % der Proben Salmonellen nachgewiesen werden (67). Diese Angabe steht mit Befunden aus Rostock in Einklang (41). Untersuchungen in Mannheim haben ergeben, daß Abwasser aus Wohngebieten besonders reichlich Salmonellen enthält (112). Weitere Hinweise über das Vorkommen und über die Belastung des Abwassers mit Salmonellen finden sich in den Salmonellenberichten der BRD (79, 80, 81, 92, 93) und im ausländischen Schrifttum (19, 39, 40, 60, 76). Es erübrigt sich, im einzelnen darauf einzugehen. Mit einer hohen Salmonellenquote ist ferner im Abwasser von Schlachthöfen zu rechnen,

die erheblich zur Salmonellenbelastung des Kanalnetzes beitragen können. Der Anteil an positiven Befunden war z.B. im Bezirk Halle 66,7 % und im Abwasser von Geflügelschlachthöfen 87,5 % (74). Epidemiologisch von Interesse ist weiterhin die Salmonellendichte im Abwasser. Sie wird z.B. für Hamburg mit etwa 5000/ml angegeben (68, 70). Diese Zahl unterliegt zwangsläufig je nach örtlichen Gegebenheiten (Großstadt oder kleinere Gemeinde) innerhalb eines Tages und Jahres Schwankungen. Im Bezirk Halle z.B. betrug in 50 % der untersuchten Abwasserproben der Salmonellentiter 0,1, in 22 % 1,0 und in den restlichen 28 % 100 - 400 (75).

Für die Beurteilung der Infektionsgefahren durch Salmonellen ist die Frage von Bedeutung, welche Serotypen vorwiegend durch Abwasser verbreitet werden. Zweifellos macht sich in den letzten Jahren ein Rückgang der Typhusausscheider bemerkbar (5, 107, 112). Von 4.169 Flußwasser- und Schlammproben enthielten 40 % Salmonellen, die 59 verschiedenen Typen angehörten (1). Aus 253 Salmonella positiven Abwasserproben wurden 33 Serotypen isoliert (75). Am häufigsten fanden sich *S.typhi murium*, *S.anatum*, *Sa.isangi*, *S.newington*, *S.kottbus* und *S.paratyphi B*. In einer großen niederländischen Stadt dominierten *S.typhi murium*, *S.panama* und *S.paratyphi B* (40). Die in Mannheimer Abwasser ermittelten Salmonellen verteilten sich auf 16 Salmonellenspecies (112). Zu bemerken ist, daß im Kanalnetz wesentlich mehr Arten als bei Patienten oder Ausscheidern vorhanden waren. Am meisten nachgewiesen wurden *S.infantis*, *S.typhi murium*, *S.derby* und *S.reading*. Die Salmonellainfektionen beim Menschen waren vorwiegend durch *S.enteritidis*, *S.typhi murium* und *S.infantis* bedingt. In Berlin konnten in 60 Abwasserproben 211 Salmonellen 26 verschiedener Serotypen festgestellt werden (94).

Das Vorkommen einer Vielzahl von Serotypen bestätigen

auch andere Autoren (11, 60, 76, 77, 79, 84, 85, 100). Von 10.399 isolierten Salmonellen aus Tieren, tierischen Lebens- und Futtermitteln, Wasser- und Abwasserproben waren die Salmonellatypen *S.dublin*, *S.typhi* murium (einschl. var. *copenhagen*) in 32,3 %, *S.enteritidis* in 3 %, *S.thompson* in 2,5 %, *S.infantis* in 1,3 % und *S.panama* in 1 % vertreten (81). Aus verschiedenen Biotopen gelang es, 98 Salmonellastämme anzuzüchten. Zu den am häufigsten isolierten Stämmen zählten *S.derby*, *S.anatum*, *S.give* und *S.kottbus*. Das Vorkommen von seltenen Salmonellatypen im Bereich von Kläranlagen, die nicht der aktuellen epidemiologischen Situation in der Bevölkerung entsprechen, wird hypothetisch als typenspezifische Standortflora erklärt (50). Die Häufung der Salmonellen im Abwasser hat zwangsläufig zu einer starken Salmonellenbelastung der Vorfluter geführt. Von 826 Proben aus einem Vorfluter waren 501 *Salmonella* positiv (85).

Krankenhausabwässer scheinen nach den vorliegenden Literaturangaben für die Verbreitung von Salmonellen keine Rolle zu spielen. Abwasseruntersuchungen (500 ml) von 13 Hamburger Krankenhäusern ergaben bei einem Krankenhaus in 20 % und bei 3 Krankenhäusern in weniger als 4 % positive Befunde. In Abläufen der restlichen 9 Krankenhäuser konnten keine Salmonellen festgestellt werden. Das Abwasser aus einem Institut für Pathologie und von Infektionsstationen enthielt ebenfalls nur in etwa 20 % Salmonellen. Dagegen waren die Proben aus dem Stammsiel der Innenstadt zu 80 - 90 % positiv (67).

Im Bezirk Halle wurden 67 Abwasserproben aus Infektionsabteilungen von Krankenhäusern und Tb-Heilstätten auf Salmonellen untersucht. Aus 21 (31,3 %) Proben konnten Salmonellen isoliert werden. Der Anteil an positiven Befunden im kommunalen Abwasser lag bei 78,6 % (75). Abwasseruntersuchungen aus einer Kinderklinik ergaben zur Hälfte negative Resultate, obwohl sich Salmonellenausscheider in der Klinik befanden. Südafrikanische

Studien bestätigen, daß die Abwässer eines Krankenhauses mit strengen Desinfektionsmaßnahmen weniger pathogene Mikroorganismen einschließlich Salmonellen enthalten als kommunale Abwässer (27). In einem anderen südafrikanischen Krankenhaus war der Anteil an pathogenen Mikroorganismen größer, weil die Desinfektion nachlässig betrieben wurde.

Diese Ergebnisse stehen im Einklang mit einer Beobachtung aus dem Ruhrgebiet. Bei einer Krankenhausepidemie mit S.braenderup wurden 37 Ausscheider und Erkrankte erfaßt, von denen sich 40 auf der Isolierstation befanden. Ein Jahr lang wurde wöchentlich das Krankenhausabwasser und der Vorfluter auf Salmonellavorkommen überprüft. S.braenderup konnte in keiner Probe nachgewiesen werden. Die Desinfektionsmaßnahmen am Krankenbett wurden konsequent durchgeführt, das infektiöse Abwasser thermisch desinfiziert und die Patienten mit Antibiotika behandelt (1). Erwähnt werden muß ferner, daß in einem Krankenhaus die Ausscheidungen durch den verhältnismäßig großen Wasserverbrauch von 250 - 500 l/Bett stark verdünnt werden (22, 54, 62, 112).

Tuberkelbakterien

Jedes städtische Rohabwasser enthält Tb.-Bakterien (67). Die Hauptquelle sind nicht Krankenanstalten und Tb.-Stationen bzw. -Heilstätten, sondern die nicht in stationärer Behandlung befindlichen Erkrankten mit einer offenen Lungentuberkulose. Unter der Bevölkerung befinden sich stets den Gesundheitsbehörden bekannte und nicht bekannte Personen mit einer offenen Tuberkulose. Die Morbidität hat sich in den letzten Jahren nicht wesentlich erniedrigt. In Berlin befanden sich 1954 2200 Patienten mit einer offenen und 725 mit einer geschlossenen Lungentuberkulose in Krankenhäusern; diesen gegenüber steht die Zahl der ambulanten Patienten, von denen 9800 eine offene und 1600 eine geschlossene Lungentuberkulose hatten. 1961 ergab sich ein ähnliches Bild, es waren wiederum nur etwa 25 % der an einer offenen Lungentuberkulose Erkrankten stationär untergebracht (51,52). 1968 konnten rund 1700 Erkrankungen an aktiver Tuberkulose ermittelt werden. Die Schirmbildstellen erfaßten 729 Personen, von denen 576 (79 %) den Fürsorgestellten nicht bekannt waren (15).

Aus den Roh- und mechanisch geklärten Abwässern zweier Großstädte konnten wiederholt virulente Tb.-Bakterien isoliert werden. Quantitative Untersuchungen ergaben, daß selbst in 1 ml Abwasser häufig Tb.-Bakterien nachweisbar sind. Geht man von der Tatsache aus, daß ein einziges Tb.-Bakt. beim Meerschweinchen eine Infektion auslösen oder sich in einer Kultur vermehren kann, beträgt die Zahl der in 1 l Rohabwasser enthaltenen Tb.-Bakterien rund 1000 und im mechanisch geklärten Abwasser rund 200 (105).

Für Hamburger Rohabwasser wird die mittlere Tb.-Bakteriendichte mit 50 - 100 Keimen/l angegeben (69). Aus dem Abwasser der Innenstadt konnten in 90 % positive Befunde erhoben werden. In Tb.-Heilstätten ist zwangsläufig die Belastung des Abwassers größer als in allgemeinen Krankenhäusern oder aus Infektionsabteilungen (3, 36, 37, 47, 48, 49, 72, 104). Die Zahl der Tb.-Bakterien

wird hier im Rohabwasser mit rd. 100.000/l und in geklärtem Abwasser mit rd. 10.000/l angegeben (34, 102, 105). Abwasserproben aus einem Institut für Pathologie in Hamburg waren zu 30 % und aus Infektionsstationen zu 5 % Tb.-Bakterien positiv (67). Trotz des vermehrten Vorkommens von Tb.-Bakterien im Abwasser von Heilstätten kann man durch eine gute Desinfektion "am Krankenbett" erreichen, daß keine große Abwasserbelastung mit Tb.-Bakterien eintritt. Dort, wo die Desinfektion nachlässig vorgenommen wird, muß mit einer größeren Zahl Tb.-Bakterien gerechnet werden (27).

Viren

Zahlreiche Autoren haben sich mit dem Nachweis von Viren im Abwasser befaßt (3, 7, 13, 15, 17, 24, 26, 35, 53, 57, 63, 74, 88, 90, 108). Es handelt sich vorwiegend bei den DNS-Viren um Adenoviren und bei den RNS-Viren um die Picorna-Virusgruppe (Poliomyelitis, Coxsackie-, Echo-, Rhino-Viren) und Reo-Viren. Hinzu kommen noch Hepatitis-Viren, die bisher weder durch Gewebekulturen noch tierexperimentell erfaßt werden können. Die genannten Viren werden über den Verdauungstrakt von Erkrankten oder latent Infizierten ausgeschieden. Man schätzt etwa $299 \text{ TCID}_{50}/\text{g}$ Stuhl (26).

Eine wichtige Frage betrifft die Viruskonzentration im Abwasser. Die Angaben weisen große Unterschiede auf. In Berliner Rohabwässern betrug in den Sommermonaten das kleinste Viren enthaltende Abwasservolumen 0,1 ml und im Winter 0,5 ml (15). Im Gelsenkirchener Raum waren von 423 Abwasserproben 44,2 % positiv (89). In Niedersachsen erwiesen sich von 381 Abwasserproben 54,9 % als positiv (82). Andere Autoren erhielten aus 616 Abwasserproben nur in 8,8 % positive Befunde (58). Die Unterschiede lassen sich durch jahreszeitliche Schwankungen, Bevölkerungsdichte, Abwasserverdünnung und abweichende Nachweisverfahren erklären. In einer größeren Versuchsreihe konnte in Israel festgestellt werden, daß im Abwassernetz einer Stadt die Viruskonzentration zwischen 5 und 11000 PFU/l schwankte (97). Untersuchungen in den USA ergaben in den Wintermonaten 120 - 400 PFU/Gall. Abwasser (8). Nach einer anderen Veröffentlichung beträgt die Enteroviruskonzentration in den Wintermonaten maximal 30 und in den Sommermonaten rd. $600 \text{ TCID}_{50}/100 \text{ ml}$ Abwasser (44).

Abwasserdesinfektion

Chlorung

Chlor und Chlorverbindungen sind seit den Anfängen der Bakteriologie als Desinfektionsmittel gebräuchlich. Zahlreiche Versuche wurden auf dem Gebiet der Abwasserdesinfektion durchgeführt (104, 29, 66, 86, 109). Diese Untersuchungen unter Berücksichtigung des pH-Wertes und der Temperatur haben ergeben, daß die Empfindlichkeit der Mikroorganismen verschieden ist (30). Gegenüber freiem Chlor soll die Widerstandsfähigkeit in folgender Reihenfolge zunehmen:

S.paratyphi-B, E.coli, Staphylokokken, Tb.-Bakterien und Milzbrandsporen. Der Keimtötungseffekt des Chloramin weist nicht so große Unterschiede auf. Gegen Milzbrandsporen soll es wirksamer sein als freies Chlor (30). Der Desinfektionserfolg des Chlors hängt vom pH-Wert, der Temperatur, der Keimdichte und dem Gehalt an Schmutzstoffen im Wasser ab (30, 110). Als Chlorüberschuß werden bei pH 7 nach 1 Std. Einwirkungszeit für fäkalverunreinigte Abwasser 0,25 mg/l und für Abwasser aus Lungenheilstätten 3 mg/l für notwendig gehalten (30). In anderen Versuchen wurde festgestellt, daß ein Überschuß an freiem Chlor von 5 mg/l vorhanden sein muß. Dies bedeutet, daß ungeklärten Siedlungsabwässern 25 - 30 g Chlor/m³ und mechanisch geklärten 20 g/m³ zugesetzt werden müssen, um Keime der Salmonellengruppe abzutöten. Wichtig ist außerdem eine schnelle und intensive Durchmischung des Abwassers mit dem Chlor.

Bakteriologische Untersuchungen von 3 automatisch gesteuerten Abwasserdesinfektionsanlagen, die Chlorbleichlaugewandten, ergaben, daß sich eine Keimreduktion von 99,998 % erreichen läßt. Die Abtötungsrate für E.coli und coliforme

Keime war teilweise noch höher. Von den Autoren wird darauf hingewiesen, daß bakteriologische Kontrollen in bestimmten Zeitabständen notwendig sind, um Änderungen der Abwasserbeschaffenheit, die die Desinfektionswirkung verschlechtern können, rechtzeitig zu erkennen. Außerdem werden 5 Minuten Einwirkzeit nach der Chlorzugabe verlangt (75). Andere Autoren sind der Auffassung, daß die Desinfektion mit Chlor nur dann erfolgversprechend ist, wenn sie auf "Aktivchlor" abgestimmt ist (86).

Wichtig ist ferner, daß nach der Chlorzugabe sofort eine intensive Durchmischung stattfindet. Die Wirkung des Restchlors soll im gechlorten Abwasser abnehmen (110). Verschiedentlich bestimmen Auflagen der zuständigen Behörden die Höchstmengen an Chlor bei der Einleitung chlorhaltiger Abwässer (102).

Bei der Durchsicht der Literatur stellt man fest, daß die Angaben über die notwendigen Einwirkzeiten und Chlormengen eine große Variationsbreite aufweisen und die Zuverlässigkeit nicht gewährleistet ist (103).

In der Liste der vom Bundesgesundheitsamt geprüften und anerkannten Mittel und Verfahren für Entseuchung gemäß § 41 BSeuchG von 1961 (BGBI. I S. 1012, berichtigt BGBI. I 1961 S. 1300, zuletzt geändert am 24.5.1968 BGBI. I S. 503) nach dem Stand vom 1. Oktober 1971, sind Chlорungsverfahren zur Abwasserdesinfektion erlaubt. Voraussetzung ist, daß es sich um ein biologisch gereinigtes Abwasser handelt. Je nach Herkunft des gereinigten Abwassers und pH-Wert sind in Abhängigkeit von der jeweiligen Einwirkzeit die in einer Tabelle aufgeführten Richtwerte für den Gesamtchlorgehalt nach Ablauf der Einwirkzeit einzuhalten (114). Ob die dort aufgeführten Werte stets eine Abwasserdesinfektion gewährleisten, bleibt in Frage gestellt. In gechlortem Abwasser kann, wie es verschiedene Autoren beobachteten, eine erneute Vermehrung von E.coli, Coliformen und gegebenenfalls pathogenen Keimen erfolgen (98).

Über die Virusinaktivierung durch Chlor liegen ebenfalls sehr widersprechende Mitteilungen vor (38, 42). Zum Teil wird die Ansicht vertreten, daß zur Enterovirusinaktivierung ein Überschuß an freiem Chlor erhalten bleiben muß (86). Die European Standards for drinking water der WHO fordern 0,5 mg freies Chlor/l und eine Kontaktzeit von 60 min für die Virusinaktivierung in Trinkwasser (118). Im Vergleich zu E.coli sollen Poliomyelitisviren 5 x und Coxsackieviren 24 x widerstandsfähiger gegenüber Chlor sein. Adenoviren scheinen dagegen eine höhere Empfindlichkeit zu besitzen (16).

Eine Reduktion der Viruspartikel von 92 - 95 % konnte im Ablauf einer Belebtschlammanlage bei einem Restchlorgehalt von 0,5 mg/l in 15 min erreicht werden (58). Von anderen Autoren werden zur Inaktivierung von Viren wesentlich größere Chlormengen oder längere Kontaktzeiten vorgeschrieben. Für 0,5 mg/l Restchlor werden z.B. 4 Std. als Einwirkzeit vorausgesetzt. Für einen Restchlorgehalt von 9 mg/l sollen Kontaktzeiten von 15 min genügen (12, 43). 40 mg/l Restchlor müssen für eine 99,99 %-ige Inaktivierung in 30 min vorhanden sein (55). Durch 5 bzw. 11 mg/l gebundenes Chlor wurden innerhalb von 6 Std. 50 bzw. 90 % Poliomyelitisviren I inaktiviert (99). Signifikant empfindlich reagieren angeblich Echo-Viren. Durch 3,6 mg/l gebundenes Chlor waren sie nach 30 min um 99 % reduziert (99). Wie wichtig das Vorhandensein von freiem Chlor ist, läßt sich auch aus folgenden Ergebnissen ableiten.

Um in 10 min eine 99 %-ige Poliomyelitis-Virus-III-Inaktivierung zu erreichen, waren 21 mg Restchlor oder 3 - 4 mg/l Chlorüberschuß notwendig (56, 106). Chlorzusätze bis zu 3 mg/l verminderten den Virusgehalt in Rohabwässern nur unerheblich oder überhaupt nicht (8).

Besonders die Virus-Inaktivierungsversuche verdeutlichen,

wie problematisch es ist, Chlor als Desinfektionsmittel zu verwenden. Je nach Beschaffenheit des Abwassers sind mehr oder weniger große Chlorkonzentrationen notwendig, um eine Wirkung zu erzielen. Ausschlaggebend für den Desinfektionseffekt ist nicht, wie vielfach angenommen die effektive Chlormenge, sondern das im Abwasser durch Chlor erzeugte Redoxmilieu (14).

Die Desinfektion des Abwassers nach dem BSeuchG mit Chlor setzt eine biologische Reinigung des Abwassers voraus. Der bei diesem Vorgang anfallende hochinfektiöse Abwasserschlämme muß einer gesonderten Desinfektionsbehandlung unterzogen werden. Die sicherste Methode ist seine Verbrennung.

Thermisch

Die thermische Abwasserdesinfektion wurde zum ersten Mal in der Praxis 1912 im Krankenhaus München-Schwabing erprobt. Heute können drei Verfahren angewendet werden, auf deren technische Details nicht näher eingegangen werden braucht.

1. Thermische Abwasserdesinfektion ohne Wärmerückgewinnung,
2. Thermische Abwasserdesinfektion mit Wärmerückgewinnung,
3. Thermisch-automatisch-gesteuerte Abwasserdesinfektionsanlagen ohne Wärmerückgewinnung.

Die Wirkung thermischer Desinfektionsanlagen wurde von verschiedenen Autoren untersucht (29, 87, 91, 96). Auf die Wiedergabe der Ergebnisse kann verzichtet werden. Durch eine thermische Behandlung kann ein seuchenhygienisch unbedenkliches Abwasser erreicht werden, wenn das

Abwasser, wie es die Liste des Bundesgesundheitsamtes auf Grund § 41 des BSeuchG verlangt, nach vorausgegangener Homogenisierung auf mindestens 100° C erhitzt wird und die Temperatur 15 min lang einwirkt. Leider wird diese Forderung, besonders die Einwirkzeit, nicht immer konsequent einhalten.

Poliomyelitis-, Theiler- und verschiedene Stämme von Coxsackie-A-Virus werden durch Erhitzung auf 55° C in 15 bis 30 min oder auf 71,1° C in 5 - 7 sec inaktiviert (23, 26). Dies entspricht in etwa den Ergebnissen eigener Versuche mit Vaccina-Viren. In stark eiweißhaltigen Flüssigkeiten kann sich jedoch die Inaktivierungszeit verlängern.

Eigene Untersuchungen

Für die Beantwortung der an die zuständigen Behörden oft gestellten Frage nach der Notwendigkeit der Desinfektion von Krankenhausabwässern wurden vergleichende Untersuchungen zwischen Abwasserproben aus einer Salmonellose-Klinik, aus dem städtischen Abwassernetz und einer Stadtrand siedlung durchgeführt. Ermittelt wurde der Gehalt an Salmonellen. Diese Keimart ist gewählt worden, weil sie im Abwasser in verhältnismäßig großer Menge vorkommt und sich gut erfassen läßt. Seuchenhygienisch hat sie sicherlich nicht die Bedeutung, die ihr lange beigemessen wurde.

Methode

Aufbereitung des Abwassers

Von jeder Abwasserprobe wurden 0,1 / 1,0 / 10 und 100 ml auf Salmonellen untersucht. Während 0,1 und 1,0 ml Abwasser direkt in Salmonellen-Anreicherungsmedien gegeben werden konnten, war es bei den größeren Abwasservolumina notwendig, die Inhaltsstoffe durch Membranfilter (Coli 5) abzutrennen. Nach diesem Arbeitsgang wurden die Membranfilter mit den Abwasserrückständen ebenfalls in Anreicherungsmedien überführt.

Salmonellen-Nachweis

Mit dem Nachweis der Salmonellen sind Empfehlungen erarbeitet worden (20, 21).

Anreicherungsmedium

Tetrathionat-Brillanterün-Galle-Bouillon nach Müller/Kauffmann modifiziert.

Zusammensetzung:

Fleischextrakt	1,0 g /
Fleischpepton	4,5 g /
Hefeextrakt	1,8 g /
NaCl	4,5 g /
CaCO ₃ (leicht gefüllt)	25 g /
Na ₂ S ₂ O ₃	40,75 g /
Rindervalle (getrocknet)	4,75 g /
aqua dest.	1000 ml/pH 7,0 - 7,2.

Die Anreicherungsflüssigkeit wird 15 - 20 min im Dampftopf gekocht.

Am Tage des Gebrauchs werden hinzugefügt:

10 ml einer Jod-Jodkaliumlösung (Jod 20,0 g,
Kaliumjod 25,0 g, aqua dest. 100 ml)

9,5 ml einer 0,1 %-igen Brillantgrünlösung
(Brillanterün 1 g, aqua dest. 1000 ml.
30 min bei 100° erwärmen).

Als festes Nährmedium wurde Wilson-Blair-Agar verwendet (9).

Salmonellen-Isolierung und -Typisierung

Nach je 24- und 48-stündiger Bebrütung bei 37° C wurden 0,5 ml der Anreicherungsmedien auf vorgetrockneten Wilson-Blair-Nähragarplatten ausgespatelt. Von jeder 1. Anreicherung wurde außerdem nach 24 Std. eine 2. Anreicherung beimpft, von der gleichfalls nach 24 und 48 Std. 0,5 ml auf Wilson-Blair-Nähragarplatten übertragen wurde.

Sämtliche nach 24- und 48-stündiger Bebrütung auf Wilson-Blair-Agar als Salmonellen verdächtige Kolonien sind auf Schrägagarröhrchen überimpft, nach 24-stündigem Wachstum auf ihre Zugehörigkeit zur TPE-Gruppe geprüft und bei positivem Reaktionsausfall typisiert worden.

Ergebnisse

Salmonella-Vorkommen in städtischem Rohabwasser

- - - - -

Die im städtischen Rohabwasser nachgewiesenen Salmonellen sind in Tab. 1 zusammengestellt. Aus dieser Tabelle geht hervor, welches Abwasservolumen und welche Anreicherung positiv war. Insgesamt wurden 20 Abwasserproben untersucht. Aus 18 Proben konnten Salmonellen isoliert werden. Die kleinste untersuchte Abwasserprobe betrug 0,1 ml. Sie war 15 mal positiv. Es ergab sich folgende Häufigkeit der ermittelten Salmonella-Typen:

S.panama (14 mal),
S.paratyphi B (9 mal),
S.typhi murium, S.thompson,
S.anatum und S.kottbus (je 7 mal),
S.enteritidis und S.derby (je 3 mal),
S.reading und S.infantis (je 2 mal)
sowie S.muenster, S.oranienburg, S.blockley,
S.binza, S.eastburne, S.montevideo und
S.LLandoff (je 1 mal).

Im Maximum konnten aus einer 100 ml Probe 7 verschiedene Salmonella-Typen isoliert werden. Im allgemeinen waren es 3 - 4 verschiedene Typen je Probe.

Tabelle 1

Salmonella-Vorkommen in städtischem Rohabwasser

Lfd. Nr.	1. Anreicherung								2. Anreicherung								Isolierte Salmonella-Typen
	Nachweis von Salmonellen/ml				Nachweis von Salmonellen/ml				Nachweis von Salmonellen/ml				Nachweis von Salmonellen/ml				
	Bebrütungszeit				Bebrütungszeit				Bebrütungszeit				Bebrütungszeit				
	100 ml	10 ml	1 ml	0,1 ml	100 ml	10 ml	1 ml	0,1 ml	100 ml	10 ml	1 ml	0,1 ml	100 ml	10 ml	1 ml	0,1 ml	
	24 h, 48 h	24 h, 48 h	24 h, 48 h	24 h, 48 h	24 h, 48 h	24 h, 48 h	24 h, 48 h	24 h, 48 h	24 h, 48 h	24 h, 48 h	24 h, 48 h	24 h, 48 h	24 h, 48 h	24 h, 48 h	24 h, 48 h	24 h, 48 h	
1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	S.typhi murium, S.panama, S.thompson, S.enteritidis/Jena, S.anatum
2	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø
3	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	S.anatum, S.kottbus, S.reading, S.panama, S.thompson, S.typhi murium, S.paratyphi B
4	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	S.Landoff, S.reading, S.panama
5	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	S.kottbus, S.Derby, S.typhi murium, S.panama, S.thompson, S.monteideo
6	+	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	S.kottbus, S.Derby, S.paratyphi B, S.infantis
7	+	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	S.thompson, S.muenster, S.panama, S.paratyphi B var odense, S.paratyphi B, S.enteritidis/Jena
8	+	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	S.typhi murium, S.panama, S.infantis, S.oranienburg
9	+	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	S.anatum, S.panama, S.kottbus, S.paratyphi B
10	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	S.blockley, S.anatum, S.panama, S.Derby, S.paratyphi B
11	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	S.binza, S.eastbourne
12	+	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	S.Derby, S.paratyphi B, S.muenster
13	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	S.typhi murium, S.panama, S.enteritidis/Jena, S.anatum
14	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø
15	+	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	S.kottbus, S.thompson, S.paratyphi B, S.eastbourne
16	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	S.panama, S.paratyphi B, S.anatum
17	+	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	S.typhi murium, S.paratyphi B, S.panama
18	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	S.anatum, S.infantis, S.kottbus
19	+	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	S.thompson, S.panama, S.kottbus
20	+	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	S.typhi murium, S.thompson, S.panama

Salmonella-Vorkommen im Rohabwasser einer Stadtrand- siedlung

Neben dem städtischen Rohabwasser wurde zum Vergleich das Rohabwasser einer Stadtrandsiedlung untersucht. Es handelt sich hierbei um einen reinen Wohnbezirk ohne Gewerbebetriebe mit rd. 1 450 Einwohnern.

Insgesamt sind 10 Proben entnommen worden. Von weiteren Entnahmen wurde abgesehen, weil die Ergebnisse ein verhältnismäßig einheitliches Bild ergaben. Aus 5 Proben konnten Salmonellen isoliert werden. Auch hier dominierte S.panama (4 mal), außerdem waren S.anatum, S.derby und S.saint paul vertreten (je 1 mal). 2 der 5 Proben enthielten 2 Salmonella-Typen. Das kleinste positive Abwasservolumen betrug 1,0 ml. Diese Befunde bestätigen, daß das Abwasser einer Stadtrandsiedlung, deren Einwohnerzahl etwa einer mittleren Gemeinde entspricht, wesentlich weniger Salmonellen enthält und ein nicht so breites Spektrum an Salmonellatypen aufweist. (Tab. 2)

Salmonella-Vorkommen im Rohabwasser einer Salmonellose- Klinik

Für die Beantwortung der Frage, wie hoch die Abwasserbelastung mit Salmonellen im Vergleich zu einer Stadt und einer Stadtrandsiedlung in einem Krankenhaus ist, wurde das Abwasser einer Klinik untersucht, in der vorwiegend Salmonellose-Kranke und Salmonellen-Ausscheider behandelt werden. Während des Untersuchungszeitraumes sind in dieser Klinik rd. 400 Patienten ärztlich betreut worden (6). Eine zentrale Abwasserdesinfektionsanlage ist nicht vorhanden. Es erfolgt lediglich eine nach § 39 vorgeschriebene Desinfektion der infektiösen Ausscheidungen.

Vom Rohabwasser dieser Klinik wurden an 33 verschiedenen

Tabelle 2

Salmonella-Vorkommen im Rohabwasser einer Stadtrandiedlung

Zfd. nr.	1. Anreicherung				2. Anreicherung				Isolierte Salmonella-Typen
	Nachweis von Salmonellen/ml				Nachweis von Salmonellen/ml				
	Bebrütungszeit				Bebrütungszeit				
	100 ml	10 ml	1 ml	0,1 ml	100 ml	10 ml	1 ml	0,1 ml	
	24 h	48 h	24 h	48 h	24 h	48 h	24 h	48 h	
1	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø
2	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø
3	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø
4	Ø	Ø	Ø	Ø	+	Ø	+	Ø	Ø
5	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	S.saint paul
6	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø
7	Ø	Ø	Ø	Ø	+	Ø	Ø	Ø	S.panama
8	Ø	Ø	Ø	Ø	+	Ø	Ø	Ø	S.panama,S.anatum
9	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	+	Ø	Ø	S.panam
10	Ø	Ø	Ø	Ø	+	+	+	Ø	S.panama,S.derby

S.saint paul

S.panama

S.panama, S.anatum

S.panam

S.panama, S.derby

Tagen in den frühen Vormittagsstunden Proben entnommen und auf Salmonellen untersucht. Die Ergebnisse sind in Tab. 3 zusammengestellt. Aus 12 Proben konnten Salmonellen isoliert werden. Das kleinste Abwasservolumen mit einem positiven Befund war 10 ml. Es wurden folgende Salmonella-Typen isoliert:

S.panama und S.typhi murium (je 4 mal),
S.eastbourne (3 mal),
S.paratyphi B var. odense sowie
S.paratyphi B und S.braenderup (je 1 mal).

Jede bakteriologische Abwasseruntersuchung gibt ausschließlich nur über den Keimgehalt der entnommenen Probe Auskunft. Rückschlüsse auf den Keimgehalt des Gesamtabwassers lassen sich deshalb nur aus einer Vielzahl von Untersuchungen ziehen. Da der Ablauf der ärztlichen Tätigkeit und Pflegemaßnahmen in jeder Klinik mehr oder weniger an einen Zeitplan gebunden ist, wird das Abwasser zwangsläufig ebenfalls innerhalb bestimmter Stunden eine höhere fäkale Belastung aufweisen. Um zu klären, ob sich das Gesamtergebnis durch Untersuchung mehrerer im Laufe eines Vormittags entnommener Proben ändert, wurden an 3 Tagen um 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 und 13 Uhr aus dem Abwasser der Klinik je eine Probe entnommen und auf Salmonellen untersucht. Von den insgesamt 24 Proben waren 8 positiv. Die Häufigkeit des Salmonellennachweises stimmt zwischen beiden Untersuchungsreihen zufallsbedingt überein. Eine zeitlich unterschiedliche Salmonellenbelastung des Abwassers war nicht festzustellen.

Untersuchung des Abwassers der Salmonellose-Klinik auf bakteriostatische oder bakterizide Wirkung

Die verhältnismäßig geringe Zahl an Salmonellabefunden aus dem Abwasser des Infektionskrankenhauses warf die Frage auf, ob dieses Ergebnis auf bakteriostatische oder bakterizide Substanzen im Abwasser zurückzuführen ist.

Salmonella-Vorkommen im Rohwasser einer Salmonellose-Klinika

[illegible]

2. Anreicherung										Isolierter Salmonellenstamm
Nachweis von Salmonellen/ml										
Pl. Nr.	Inkubationszeit									
	100 ml		10 ml		1 ml		0,1 ml			
	24 ^h	48 ^h	24 ^h	48 ^h	24 ^h	48 ^h	24 ^h	48 ^h		
1	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	
2	+	+	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	S. typhi murium	
3	+	+	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	S. eastbourne	
4	+	+	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	S. eastbourne	
5	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	
6	+	+	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	S. eastbourne	
7	+	+	+	+	Ø	Ø	Ø	Ø	S. typhi murium	
8	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	
9	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	
10	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	
11	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	
12	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	
13	Ø	+	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	S. braenderup	
14	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	
15	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	
16	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	
17	+	+	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	S. panama, S. paratyphi B. var. od.	
18	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	
19	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	
20	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	
22	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	
22	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	
23	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	
24	+	+	+	+	Ø	Ø	Ø	Ø	S. typhi murium	
25	+	+	+	+	Ø	Ø	Ø	Ø	S. typhi murium, S. panama	
26	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	
27	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	
28	+	+	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	S. panama	
29	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	
30	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	
31	+	+	+	+	Ø	Ø	Ø	Ø	S. panama	
32	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	
33	+	+	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	S. paratyphi B	

Verantwortlich können Antibiotika oder chemotherapeutische Substanzen sein, die von behandelten Patienten ausgeschieden werden oder Desinfektionsmittel aus den durchgeführten Desinfektionsmaßnahmen.

Mit der Wirkung von Antibiotika in Abwässern haben sich verschiedene Autoren befaßt (4, 18, 28, 64, 83). Ihre Untersuchung betreffen vorwiegend die Beeinflussung der biologischen Reinigung. Ein geringer Gehalt an antibiotischen Stoffen ist für die im Abwasser vorkommenden Mikroorganismen bedeutungslos (83). Dies kann auch für Krankheitserreger im Abwasser angenommen werden. Außerdem muß in Betracht gezogen werden, daß die vom erkrankten Keimträger oder Ausscheider stammenden pathogenen Darmkeime oft gegenüber mehreren Antibiotika resistent sind. Hinzu kommt, daß die in Krankenhausabwasser gelangenden Antibiotika im allgemeinen im Kanalnetz sehr stark verdünnt werden. Den Antibiotika ist deshalb im Abwasser keine hygienische Bedeutung beizumessen.

Anders beurteilt werden müssen dagegen die Desinfektionsmittel, wenn sie im Abwasser bakteriostatische oder bakterizide Konzentrationen erreichen.

Um orientierend festzustellen, ob das Krankenhausabwasser durch eine dieser Substanzen eine wachstumshemmende Wirkung auf Mikroorganismen ausübt, wurden 18 Abwasserproben untersucht.

100 ml Abwasser wurden nach Abtrennen des Schlammes durch Zentrifugieren in einem Rotationsverdampfer bei 30° C auf 1/10 des Volumens eingeeengt; anschließend steril filtriert und mit Nährbouillon im Verhältnis 1:1 verdünnt. Von dieser Ausgangslösung, die eine 5-fache Anreicherung des filtrierten Abwassers darstellt, wurden mit Nährbouillon Verdünnungen (1:2, :4, :8 und :10) hergestellt. Als Prüfkeime zur Beimpfung der Ausgangslösung und seiner Verdünnungsstufen diente eine 24-stündige Staph. aureus Sg 511 und eine E.coli Bouillon-

kultur. Unbewachsen gebliebene Ansätze wurden nach 48-stündiger Bebrütung bei 37° C auf Nähragar bzw. Endoagar ausgestrichen und nochmals für 24 Std. bei 37° C bebrütet.

Die Untersuchungen ergaben, daß nur 2 der 18 Abwasserproben in der Ausgangslösung und 1. Verdünnungsstufe kein Wachstum beider Keimarten zeigten. In diesen Abwasserproben konnten auch keine Salmonellen nachgewiesen werden. Dieses Ergebnis weist darauf hin, daß eine Bakterienabtötung im Krankenhausabwasser vereinzelt durch bakterizidwirkende Substanzen eintreten kann. Für die hygienische Beurteilung ist dies jedoch bedeutungslos. Die gemessenen ph-Werte liefern ebenfalls keinen Hinweis, daß durch sie eine Keimschädigung eintreten kann.

Diskussion

Die Untersuchungen bestätigen die hohe Belastung kommunaler Abwässer mit pathogenen Keimen. Welche seuchenhygienische Bedeutung diesen Keimen beigemessen werden muß, hängt zweifellos von der Art der Keime, ihrer Eliminierungsrate durch die angewendeten Abwasserreinigungsverfahren und von der Beschaffenheit sowie Nutzung des Vorfluters ab. Trotz Kenntnis dieser Sachlage wird, von wenigen Ausnahmen abgesehen (z.B. Berlin), im allgemeinen nichts unternommen, um eine hygienisch unbedenkliche Beschaffenheit des Abwassers vor Einleitung in den Vorfluter zu erreichen. Die geringe Beachtung der pathogenen Keime im Abwasser basiert teils auf fehlenden verfahrenstechnischen Voraussetzungen, um größere Abwassermengen kontinuierlich und finanziell realisierbar zu desinfizieren und teils auf der Ansicht, daß durch die biologische Selbstreinigung des Gewässers die pathogenen Keime in verhältnismäßig kurzer Zeit vernichtet würden. Neuere Untersuchungen bestätigen, daß das Vertrauen in die Selbstreinigung nicht gerechtfertigt ist (85). In der Hoffnung, diese unerfreuliche Situation verbessern zu können, werden seit einigen Jahren Abwasserdesinfektionsanlagen an vermeintlichen Schwerpunkten eingebaut. Angeregt wurde diese Entwicklung durch intensive Firmenwerbung und zweckdienliche Auslegung des BSeuchGesetzes. Zu Meinungsverschiedenheiten hat jedoch die Frage nach der Notwendigkeit von Abwasserdesinfektionsanlagen in Infektionskrankenanstalten bzw. -abteilungen geführt. Solche Einrichtungen sind ohne Zweifel dort erforderlich, wo infektiöse Abwässer unmittelbar nach einer mehr oder weniger wirkungsvollen Abwasserreinigung in einen Vorfluter geleitet werden. Notwendig sind ferner zentrale Abwasserdesinfektionsanlagen für Stationen, die speziell der Isolierung von Erkrankten dienen, die

hochinfektiöse Seuchenerreger ausscheiden (z.B. Pockenstationen). Mit Abwasserdesinfektionsanlagen sollten außerdem überregionale Infektionskrankenhäuser (z.B. Tbc.-Heilstätten) ausgestattet werden, wenn ihre Abwässer von kleineren gemeindlichen Kanalisationen aufgenommen werden.

Sieht man von diesen Ausnahmen ab, dann gibt es aus hygienischen Erwägungen keine zwingenden Indikationen, die Abwässer aus Infektionsabteilungen vor ihrer Einleitung in ein kommunales Abwassernetz zentral zu desinfizieren, weil der Effekt nahezu gleich null in Bezug auf eine Verminderung der pathogenen Keime im gesamten kommunalen Abwassernetz ist.

Die Rechtsgrundlage der Desinfektion infektiöser Ausscheidungen stützt sich auf das Gesetz zur Verhütung und Bekämpfung übertragbarer Krankheiten (BSeuchG vom 18.7.1961, BGBl 1961, I. 1012). Die §§ 3 bis 6 regeln die Meldepflicht übertragbarer Krankheiten als Voraussetzung für den § 39, der besagt: "Wenn anzunehmen ist, daß Räume, Gegenstände oder menschliche Ausscheidungen mit Erregern meldepflichtiger übertragbarer Krankheiten (vgl. § 3, Abs. 1) behaftet sind, so ist ihre Entseuchung anzuordnen". Der § 41 gibt Gewähr dafür, daß die bei der laufenden Desinfektion am Krankenbett angewendeten Mittel und Verfahren auf ihre Brauchbarkeit geprüft werden. Nach § 12, Abs. 1, haben "Die Gemeinden oder Gemeindeverbände darauf hinzuwirken, daß die festen und flüssigen Abfall- oder Schmutzstoffe so beseitigt werden, daß Gefahren für die menschliche Gesundheit durch Krankheitserreger nicht entstehen. Einrichtungen zur Beseitigung der in Satz 1 genannten Stoffe unterliegen der Überwachung durch das Gesundheitsamt....".

Als Regeln der Technik befaßt sich das DIN-Blatt 19 520 (Abwasser aus Krankenanstalten, Richtlinien für die Behandlung, Ausgabe Mai 1964) mit der Behandlung von

Abwasser aus Krankenanstalten. Dort heißt es unter Abschn. 3: "Abwasser aus Krankenanstalten soll im allgemeinen in die gemeindliche Kanalisation eingeleitet und mit dem Abwasser der Gemeinde in einer Sammelkläranlage entsprechend den Erfordernissen zum Schutze der Gewässer behandelt werden. Ob und inwieweit Abwasser aus Krankenanstalten vor Einleiten in die gemeindliche Kanalisation zu behandeln ist, muß im Einzelfall bei der Genehmigung entschieden werden".

Eine Expertenkommission des Bundesgesundheitsamtes vertrat nach eingehenden fachlichen Erwägungen folgende Auffassung: (119)

"Da das Bundes-Seuchengesetz beim Auftreten von meldepflichtigen Krankheiten die laufende Desinfektion vorschreibt, die in der Regel am Krankenbett erfolgt, und das Abwasser von Krankenanstalten einschließlich Infektionsstationen im Kanalnetz stark verdünnt wird, nimmt es im allgemeinen keine seuchenhygienische Sonderstellung ein. Eine zusätzliche zentrale Desinfektion vor Einleitung in die gemeindeeigene Kanalisation bewirkt deshalb keine wesentliche Verminderung der Krankheitserreger im Gesamtabwasser. Sie ist daher entbehrlich. Lediglich für den Fall, daß ein oder mehrere Infektionskrankenhäuser überregionaler Bedeutung an die Kanalisation einer kleinen Stadt angeschlossen sind, könnte eine Desinfektion des Krankenhausabwassers notwendig werden".

Bei der Durchführung der Desinfektion muß, entsprechend Abs. 3.4 der vom Bundesgesundheitsamt herausgegebenen Liste der zugelassenen Desinfektionsmittel und -verfahren, die auf Grund des § 41 BSeuchG bei der amtlich angeordneten Desinfektion angewendet werden sollen, der Gehalt des Abwassers an Krankheitserregern soweit vermindert werden, daß er unter dem des aufzunehmenden gemeindlichen Abwassers liegt (114).

In einem vor kurzer Zeit veröffentlichten Rechtsgutachten
(65)

wird der Auffassung des Bundesgesundheitsamtes widersprochen. Die Verfasser weisen zunächst darauf hin, daß eine Desinfektion der Ausscheidungen am Krankenbett nach § 39 BSeuchG mit Desinfektionsmitteln praktisch undurchführbar ist. Als Begründung wird der zeitliche und personelle Aufwand der Desinfektion von Stuhl und Urin am Krankenbett für eine Infektionsstation genannt (Unf.-Verh.Vorschrift BfG). Ein weiteres Argument bildet die moderne Bauweise, die für jedes Krankenzimmer eine Sanitärzelle mit Toilette, Waschbecken und Bad bzw. Dusche vorsieht. Durch den Einbau von Sanitärzellen gelangen die Ausscheidungen von Patienten mit Erregern meldepflichtiger übertragbarer Krankheiten undesinfiziert in das Krankenhausabwasser.

In dem Gutachten wird weiterhin die Auffassung vertreten, daß das Bundesgesundheitsamt weder durch § 41 BSeuchG noch durch eine sonstige seuchenrechtliche Bestimmung ermächtigt ist, darüber zu befinden, ob und inwieweit eine Desinfektion notwendig ist. Abwasser aus Infektionskliniken bzw. Krankenhäusern mit Infektionsstationen sind nach den unter Ziff. 3.4.1 und Ziff. 3.4.2 der vom Bundesgesundheitsamt veröffentlichten Liste angeführten Verfahren zu desinfizieren.

Wird der Desinfektion nicht entsprochen, dann bleibt nach § 22 Wasserhaushaltsgesetz (WHG) der Krankenhaus-träger für die schadlose Beseitigung des infektiösen Abwassers selbst verantwortlich. Leitet der Krankenhaus-träger trotz Verbotes das nicht undesinfizierte Abwasser in die gemeindliche Kanalisation ein, so verstößt er als mittelbarer Einleiter gegen die wasserrechtlichen Vorschriften und haftet gemäß § 22 WHG für jeden daraus resultierenden Schaden.

Die Verfasser vertreten weiterhin die Auffassung, daß die Krankenhaus-träger, welche Infektionskliniken bzw. Krankenhäuser mit Infektionsstationen betreiben, auch ohne ausdrückliche Anordnung der Gesundheitsbehörde

verpflichtet sind, das infektiöse Krankenhausabwasser zu desinfizieren.

Dieses juristische Gutachten zur Frage der Desinfektion infizierter Abwässer berücksichtigt weder die hygienischen noch technisch-naturwissenschaftlichen Gesichtspunkte. Es geht ausschließlich von rechtlichen Erwägungen aus, über die hier nicht diskutiert werden soll. Bedauerlicher Weise stellt die starrejuristische Betrachtung dieses Problems keinen Fortschritt dar und ändert an der Gesamtsituation sehr wenig oder überhaupt nichts. Es ist außerdem vermessen von den Gutachtern zu behaupten, daß der zwingende Gesetzesbefehl (§ 39 BSeuchG) von der Exekutive durch Kriterien umgangen wird, die den gesetzgeberischen Willen vereiteln. So leichtfertig ist die Kommission des Bundesgesundheitsamtes nicht zu der Auffassung gekommen, daß vielfach auf eine Desinfektion der Abwässer von Infektionskliniken bzw. -stationen verzichtet werden kann. Die Kommission vertritt die Ansicht, daß nicht die Schwerpunktdesinfektion von Abwässern vor ihrer Einleitung in die gemeindliche Kanalisation sinnvoll ist - sondern ausschließlich eine Desinfektion der gemeindlichen Abwässer nach ihrer mechanisch-biologischen Reinigung. Mit dieser Frage hat sich eingehend Niemitz (73) auseinandergesetzt. Niemitz weist darauf hin, daß durch thermische Abwasserdesinfektionsanlagen eine sichere Desinfektionswirkung erreicht werden kann. Diese Anlagen verursachen einen verhältnismäßig hohen Aufwand und bereiten Schwierigkeiten bei der Wartung sowie Überholung. Ebenso steht außer Zweifel, daß auch durch das Chlorungsverfahren bei stärker verunreinigten Abwässern trotz hoher Chlordosierung keine Abtötung aller Krankheitserreger erreichbar ist. Dagegen läßt sich durch Chlorung biologisch gereinigter Abwässer ein ausreichender Desinfektionseffekt erzielen.

Es erscheint uns deshalb sinnvoller, um dem BSeuchG und

dem Umweltschutz Rechnung zu tragen, die Gesamtabwässer einer Gemeinde nach ihrer gegebenenfalls zu forcierenden mechanisch-biologischen Reinigung unter anteiliger Kostenbeteiligung der Krankenhausträger entsprechend zu behandeln. Damit würde ohne jeden Zweifel eine Maßnahme ergriffen, die weniger Kosten für die Krankenhausträger und für die Allgemeinheit verursachen würde, aber für den Gewässerschutz wertvoller wäre als Schwerpunktanlagen ohne zentrale Behandlung der gemeindlichen Abwässer.

Zusammenfassung

Das Für und Wider der Desinfektion von Krankenhausabwässern, insbesondere von Infektionsabteilungen wird erneut lebhaft diskutiert. Die Entscheidung dieser Frage hängt davon ab, ob das Krankenhausabwasser in eine gemeindeeigene Kanalisation oder direkt in einen Vorfluter eingeleitet wird. Jedes kommunale Abwasser enthält zahlreiche Krankheitserreger aus den Ausscheidungen von gesunden und kranken Menschen sowie Tieren. Es wird eine Literaturübersicht über die wichtigsten, im städtischen Abwasser nachgewiesenen Krankheitserreger (Bakterien und Viren) gegeben, und die chemische sowie thermische Abwasserdesinfektion behandelt. Eigene Untersuchungen bestätigen, daß die Zahl der im städtischen Abwasser vorkommenden Salmonellen wesentlich größer ist, als im Abwasser einer Salmonellose-Klinik ohne zentrale Abwasser-Desinfektionsanlage. Die oft von Gesundheitsbehörden erhobene Forderung nach einer zentralen Abwasser-Desinfektionsanlage ist nach den vorliegenden Ergebnissen wenig sinnvoll. Weitaus wichtiger wäre es, das gesamte kommunale Abwasser biologisch zu reinigen und anschließend vor seiner Einleitung in den Vorfluter zu desinfizieren, wie es z.B. im Klärwerk Berlin-Ruhleben durchgeführt wird. Besondere regionale Verhältnisse oder spezielle Isolierstationen (wie z.B. Pockenisolierstationen) erfordern gegebenenfalls zusätzliche Maßnahmen, die der Amtsarzt zur allgemeinen Gefahrenabwehr veranlassen muß.

Literaturverzeichnis

- 1) Althaus, H.: Ergebnisse der Untersuchungen von Krankenhaus-abwässern.
Öff.Gesundh.Wes. 35 (1973), 96-105
- 2) Anders, W.: Epidemiologie der Salmonellenausbrüche in der BRD 1965-1968
Die Epidemiologie der Salmonellen. G. Fischer-Verlag, Stuttgart, 1971, 84-92
- 3) Antze, H. u. G. Hösel: Einleitung von Krankenhausabwässern in Kanalisationen und oberirdische Gewässer.
Kommunalwirtsch. (1962), 148-153
- 4) Apostol, S.: Die Einwirkung von Abwässern einer Antibiotika-Fabrik auf Plankton und Benthos des aufnehmenden Flusses.
Igiene (Buc.) 14 (1965), 663-670
Ref. Zbl. Bakt. I. Abt. Ref. 205 (1967), 337
- 5) Bader, R.-E.: Überlegungen zu den §§ 17 u. 18 des Bundes-seuchengesetzes.
Zbl. Bakt. I. Abt. Ref. 222 (1970), 287-294
- 6) Bamberg, H.: Persönliche Mitteilungen
- 7) Belian, M., B. Böhrig u. M. Käppel: Virologische Untersuchung der Berliner Abwässer im Vergleich mit den aus klinischem Material isolierten Enteroviren.
Dtsch. GesundhWes. 22 (1966), 1036
- 8) Berg, G.: Reassessment of the virus problem in sewage and in surface and renovated waters.
Presented at the 6th International Water Pollution Research June 22, (1972)
- 9) Brandis, W.: Epidemiologie, Bekämpfung und Verhütung übertrag-barer Krankheiten.
Lehrbuch der Hygiene - Präventive Medizin von H. Gärtner und H. Replow, 2. Aufl., G. Fischer-Verlag, Stuttgart, 1969, 299-320
- 10) Buczowski, Z., E. Strzelecki, K. Pietkiewicz und B. Cader-Strzelecka: Über den Befall einiger Tiergat-tungen durch die Spezies Salmonella in Polen.
Przegl. Epidem. 24 (1970), 293-304

- 11) Burmann, M.: Das Vorkommen von Salmonellen beim Menschen sowie in Wasser und Abwasser.
Zbl. Bakt. I. Abt. Ref. 206 (1967), 503-504
- 12) Burns, F.W., O.J. Sproul: Virucidal effects of chlorine in waste-water.
J. Water Pollut. Control Federat. Vol. 39, 11 (1967), 1834-1849
- 13) Carlson, S.: Virusvorkommen im Rohwasser, Abwasserschläm und Ablauf biologischer Kläranlagen.
Zbl. Bakt. I. Abt. Orig. 212 (1969), 50-60
- 14) Carlson, S.: Das Redoxmilieu als Faktor der Keimtötung.
Bundesgesundheitsbl. 12 (1969), 266-274
- 15) Carlson, S.: Vorkommen von Viren im Abwasser und ihre Verminderung bei verschiedenen Abwasserreinigungsprozessen.
Bundesgesundheitsbl. 10 (1967), 233-238
- 16) Clarke, N.A., G. Berg, P.W. Kabler, S.L. Chang: Human enteric viruses in water: Source, survival, and removability.
Proc. First Int. Conf. Water Pollut. Res., Lond (1962), 523
- 17) Clarke, N.A., S.L. Chang: Enteric viruses in water.
J. Amer. Water WksAss. 51 (1959), 1299
- 18) Cornelson, D., J. Sechter, E. Balteanu u. V. Avram:
Die spezifische bakteriologische Verunreinigung von Wasserläufen durch die Abwässer der Penicillin-Fabriken.
Arch. roum. path. exp. Microbiol. 17 (1958), 271
- 19) Edel, W., P.A.M. Guinée, M. van Schothorst, and E.H. Kampelmacher:
The Role of Effluents in the Spread of Salmonellae.
Zbl. Bakt. I. Abt. Orig. A 221 (1972), 547-549
- 20) Edel, W. u. E.H. Kampelmacher: Salmonella Isolation in Nin European Laboratories using a Standardized Technique.
Bul. WHO 41 (1969), 297-306
- 21) Edel, W. u. E.H. Kampelmacher: Comparative Studies on Salmonella-Isolation in Eight European Laboratories.
Bull. WHO 39 (1968), 487-491

- 22) Eyer, H.: Hygienische Probleme bei der Beseitigung von Krankenhausabwässern.
Die Reinigung von Abwässern aus Schlachthöfen und Krankenhäusern.
2. Auflage Oldenbourg-Verlag, München, 1970, 214-226
- 23) Poliquet, J.M. u. F. Doncoeur: Inactivation Assays of Enteroviruses and Salmonella in Fresh and Digested Waste-Water Sludges by Pasteurisation.
Water Res. Perg. Press 6 (1972), 1399-1407
- 24) Gelfand, H.M., J.P. Fox, D.R. Le Blanc: The enteric viral flora of normal children in southern Louisiana.
Am. J. trop. Dis. prev. Med. 6 (1957), 521
- 25) v. Goethem, H., E. van Cye et L. Maes: Une méthode simple, pratique et efficace pour la recherche de Salmonella dans les eaux de surface.
Zbl. Bakt. I. Abt. Orig. A 221 (1972), 280-282
- 26) Grabow, W.O.K.: The virology of waste water treatment.
Wat. Res. Perg. Press Vol. 2 (1968), 675-701
- 27) Grabow, W.O.K. and E.M. Nupen: The Load of Infections Micro-Organisms in the Waste Water of two South African Hospitals.
Water Res. Perg. Press 6 (1972), 1557-1563
- 28) Grishina, E.E. u. A.A. Dmitrieva: Reinigung von Abwässern aus der Herstellung von Antibiotika.
Ref. Chem. Abstr. 68 (1968), 24, 107746 d
- 29) Grün, L.: Desinfektion als hygienisches Problem mit Berücksichtigung toxikologischer Fragen.
Öff.Gesundh.Wes. 29 (1967), 183-190
- 30) Heicken, K.: Über die Desinfektion infektiöser Abwässer.
Zbl. Bakt. I. Abt. Orig. 165 (1956), 156-197
- 31) Henneberg, G.: Virusbedingte Darminfektionen.
Münch. med. Wschr. 109 (1967), 2053-2057
- 32) Hess, E., G. Lott und C. Brerr: Klärschlamm und Freilandbiologie von Salmonellen.
Zbl. Bakt. I. Abt. Orig. B 158 (1974), 446-455
- 33) Hilbrich, P.: Salmonellen beim Geflügel.
Die Epidemiologie der Salmonellen.
G. Fischer-Verlag, Stuttgart, 1971, 25-32

- 34) Hofmann, P. u. J. v. Schimmelmänn: Zum Verhalten von Tuberkelbakterien im mechanisch geklärtem Abwasser. Gesundheits-Ing. 83 (1962), 175-177
- 35) Honig, E.I.: J.L. Melnick; P. Isacson; R. Parr; I.L. Myers; M. Walton: An epidemiological study of enteric virus infections. J. exp. Med. 103 (1956), 247
- 36) Jensen, K.A. u. K.E. Jensen: Occurrence of tubercle bacilli in sewage, and experiments on sterilization of tubercle bacilli-containing sewage with chlorine. Acta tuberc. scand. (Kopenh.) 16 (1942), 217
- 37) Juszat, H.J.: Zur Desinfektion tuberkelbazillenhaltiger Abwässer. Arch. Hyg. u. Bakteriologie. 113 (1935), 329-334
- 38) Kabler, P.W., N.A. Clarke, G. Berg u. S.L. Chang: Viricidal efficiency of disinfectants in water. Publ. Health Rep. 76 (1961), 565-570
- 39) Kampelmacher, E.H. and L.M. van Noorle Jansen: Comparative Studies on the Isolation of Salmonella from Effluents. Zbl. Bakt. I. Abt. Orig. B 157 (1973), 71-77
- 40) Kampelmacher, E.H. and L.M. van Noorle Jansen: Salmonella - its presence in and Removal from a Wastewater System. J. Water Pollut. Control Federat. 42 (1970), 2069-2073
- 41) Keil, R. u. A. Röhring: Zum Nachweis der Salmonellen in städtischem Abwasser. Gesundheitsw. u. Desinf. 56 (1964), 33-35
- 42) Kelly, S. u. W.W. Sanderson: The effect of chlorine in water on enteric viruses. Amer. J. publ. Hlth 10 (1958), 1323
- 43) Kelly, S.; W.W. Sanderson: The effect of sewage treatment on viruses. Sewage ind. Wastes, 31 (1959), 683-689
- 44) Kelly, S.M.; W.W. Sanderson: Density of enteroviruses in sewage. J. Water Pollut. Control Federat. 32 (1960), 1269

- 45) Knothe, H. u. B. Wiedemann: Haftung und Eliminierung von Salmonellen beim Menschen.
Die Epidemiologie der Salmonellen. G. Fischer-Verlag, Stuttgart, 1971, 93-100
- 46) Kotter, L. u. W. Gedeck: Zur Bedeutung des Vorkommens von Salmonellen in Lebensmitteln tierischer Herkunft.
Die Epidemiologie der Salmonellen. G. Fischer-Verlag, Stuttgart, 1971, 20-24
- 47) Krebs, A.: Tuberkulose u. Abwasserhygiene.
Z. ges. Hyg. u. Grenzgeb. 3 (1957), 217-223
- 48) Kröger, E. u. W. Bosse: Quantitativer Tuberkelbakterien - Nachweis in Abwässern.
Tuberk. Arzt 7 (1954), 442
- 49) Kröger, E. u. G. Trettin: Abwasseruntersuchung auf Tuberkelbakterien.
Zbl. Bakt. I. Abt. Orig. 157 (1951/52), 206-226
- 50) Krüger, W.: Zum Problem der Salmonella-Isolierungen aus Oberflächengewässern, dargestellt an Langzeituntersuchungen im Raum Berlin, Hauptstadt der DDR.
Z. ges. Hyg. u. Grenzgeb. 18 (1972), 12, 590-593
- 51) Kruse, H.: Zur Frage der Notwendigkeit einer Abwasserdesinfektion in Krankenhäusern sowie Tbc - Heilstätten und ihre Durchführung.
Desinf. u. Gesundheitswesen 49 (1957), 22-29
- 52) Kruse, H.: Zum Weltgesundheitstag 1964.
Gas- u. Wasserfach 105 (1964), 353-355
- 53) Lamb, G.A., T.D.Y. Chin u. L.E. Scarce: Isolations of enteric viruses from sewage and river water in a metropolitan area.
Amer. J. Hyg. Vol. 80 (1964), 320
- 54) Liebmann, H.: Folgerungen für die Praxis aus den Ausführungen über die Reinigung von Abwässern aus Schlachthöfen und Krankenhäusern.
Die Reinigung von Abwässern aus Schlachthöfen und Krankenhäusern. 2. Auflage, Oldenbourg-Verlag, München, 1970, 251-253
- 55) Lothrop, T.L.; C.J. Sproul: High-level inactivation of viruses in wastewater by chlorination.
J. Water Pollut. Control Federat. Vol. 41, 4 (1969), 567-575

- 56) Lund, E.: The oxidation potential concept of inactivation of polio-virus in sewage.
Amer. J. Epid. Vol. 81, 2 (1965), 141-145
- 57) Lund, E., C.E. Hedström u. N. Jantzen: Occurrence of enteric viruses in wastewater after activated sludge treatment.
J. Water Pollut. Control Federat. Vol. 41, Part 1 (1969), 169-174
- 58) Mack, W.N.; J.R. Frey; B.J. Riegler; W.L. Mallmann:
Enterovirus removal by activated sludge treatment.
J. Water Pollut. Control Federat. Vol. 34, 11 (1962), 1133-1139
- 59) Marcuse, K. u. B. Henze: Untersuchungen von Krankenhausneuaufnahmen auf pathogene Darmkeime.
Zbl. Bakt. I. Abt. Orig. 167 (1957), 134-139
- 60) McCoy, J.H.: Salmonellae in crude sewage, sewage effluent and sewage polluted natural waters.
Air Water Pollut. Int. J. 7 (1963), 597-611
- 61) Megay, K.: Verhalten von Krankheitserregern und pathogenen Viren in Oberflächengewässern, Möglichkeiten ihres Nachweises.
Wassergewinnung-Wassergüte. Wasserfachliche Aussprachetagung Februar 1973 in Dortmund.
(ZfGW-Verlag GmbH, Frankfurt/M.)
- 62) Megay, K.: Krankenhausabwasser.
Wasser u. Abwasser, (1957), " Aktuelle Abwasserfragen " 96-116 (Verlag Finkler + Co., Wien)
- 63) Melnick, J.L.; K. Ågren: Poliomyelitis and Coxsackie viruses isolated from normal infants in Egypt.
Proc.Soc. exp. Biol.Med. 81 (1952), 621
- 64) Welzer, O. u. V. Ottová: A new process for pussification of concentrated waste water from the production of antibiotics.
Sb. vys. SK. chem.-technol. Praxe, Techn. Vod. 11 (1967), 131-145
Ref. Water Poll. Abstr. 41 (1967), Abstr. No. 1903469
- 65) Möhring, P. und P. Nirk: Die " Behandlung " von Abwasser aus Infektionskrankenanstalten unter dem Blickwinkel des Bundesseuchengesetzes.
Umwelthygiene 25 (1974), 90-95

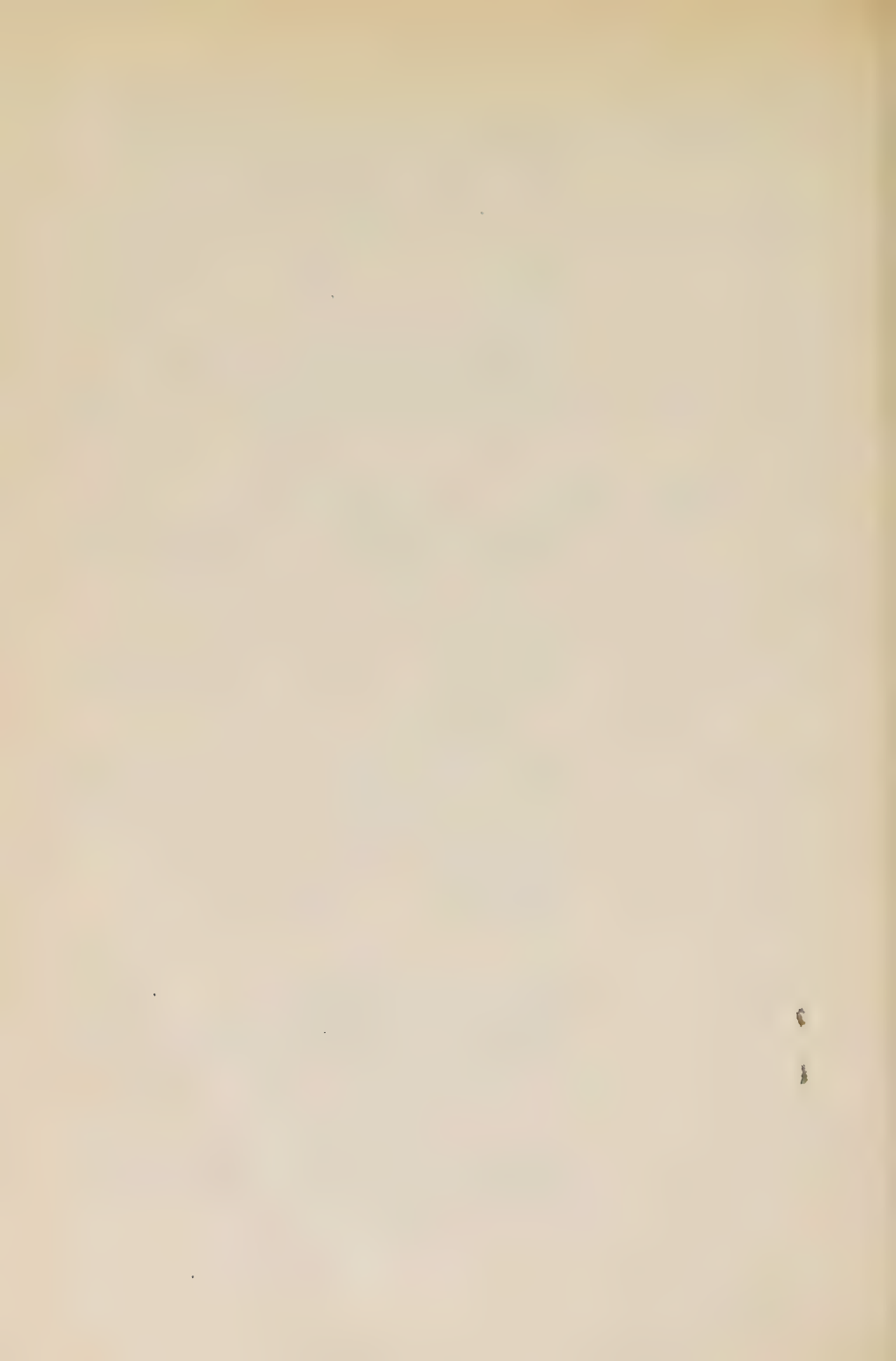
- 65) Morris, J.C.: Future of chlorination.
J. Amer. Water WksAss. 58 (1966), 1475
- 67) Müller, J.: Wie hoch ist der Bakteriengehalt der Krankenhaus-
abwässer im Hamburger Stadtgebiet?
Arch. Hyg. Bakteriол. 151 (1967), 752-756
- 68) Müller, J.: Die Salmonellen im Lebensraum einer Großstadt.
Beiträge zur Hyg. u. Epidemiologie 19 (1965).
- 69) Müller, G.: Tuberkelbakterien im Schlamm mechanisch - biologisch
arbeitender Abwasserreinigungsanlagen.
Städtehyg. 10 (1959), 96-97
- 70) Müller, G.: Zur Frage des Keimabbaues in mechanisch -
biologisch arbeitenden Kläranlagen.
Städtehyg. 2. (1951), 160-161
- 71) Müller, G.: Hygienische Probleme der Krankenhausabwasser-
behandlung.
Schriftenreihe des Vereins für Wasser-, Boden-
und Lufthygiene, G. Fischer-Verlag, Stuttgart,
38 (1972), 171-174
- 72) Nestor, J., M. Popovici u. Mitarb.: Untersuchungen zum Vor-
handensein von Mycobacterium tuberculosis in den
Abwässern u. im Flußwasser zweier Tuberkulose-
heilstätten.
Igiene (Buc.) 16 (1967), 281
- 73) Niemitz, W.: Schwerpunktdesinfektion von Abwässern vor ihrer
Einleitung in eine gemeindliche Kanalisation
oder Desinfektion der gemeindlichen Abwässer
nach ihrer mechanisch-biologischen Reinigung?
Schriftenreihe des Vereins für Wasser-, Boden-
und Lufthygiene, G. Fischer-Verlag, Stuttgart,
38 (1972), 175-183
- 74) Nupen, E.M.: The isolation of viruses from sewage and treated
sewage effluents.
J. Water Pollut. Control Federat. Vol. 69, 4
(1970), 430-435
- 75) Ockert, G. u. J. Gerwien: Untersuchungen über den Salmonellen-
gehalt des Abwassers.
Z. ges. Hyg. 14 (1968), 683-689
- 76) Ojala, O.: Salmonella Typen in Abwasserproben in Helsinki
1963-1964.
Nord. Vet. Med. 18 (1966), 146

- 77) Pazon, S., W. Sonnabend und U. Krech: Epidemiologische Zusammenhänge zwischen menschlichen und tierischen Salmonella-Ausscheidern und deren Umwelt im Schweizerischen Bodenseeraum.
Zbl. Bakt. I. A t. Orig. B 158 (1974), 395-411
- 78) Pietzsch, O.: Vorkommen von Salmonella-Infektionen bei Tieren, Lebens- und Futtermitteln tierischer Herkunft in der Bundesrepublik Deutschland.
Die Epidemiologie der Salmonellen. G. Fischer-Verlag, Stuttgart, 1971, 11-19
- 79) Pietzsch, O. u. E. Bulling: Verbreitung der Salmonella-Infektionen bei Tieren, tierischen Lebens- und Futtermitteln in der BRD, einschließlich Berlin (West).
Bundesgesundheitsbl. 13 (1970), 5-13
- 80) Pietzsch, O. u. E. Bulling: Verbreitung der Salmonella-Infektionen bei Tieren, tierischen Lebens- und Futtermitteln in der BRD, einschließlich Berlin (West).
Bundesgesundheitsbl. 13 (1970), 290-299
- 81) Pietzsch, O. u. E. Bulling: Verbreitung der Salmonella-Infektionen bei Tieren, tierischen Lebens- und Futtermitteln in der Bundesrepublik Deutschland einschließlich Berlin (West).
Bundesgesundheitsbl. 14 (1971), 369-378
- 82) Pittler, H.; W. Höpke: K.-W. Knocke: Enteroviren und Adenoviren im Abwasser. Methode des Nachweises und epidemiologische Studie 1963-1965.
Zbl. Bakt. I. Abt. Orig. 204 (1967), 33-46
- 83) Höpke, J.: Biologische Reinigung antibiotischer Abwässer.
Gas- u. Wasserfach 103 (1962), 335-338
- 84) Popp, I.: Vorfluter - ein reichhaltiges Salmonellen - Reservoir.
Zbl. Bakt. I. Abt. Orig. 166 (1966), 90-94
- 85) Popp, I.: Salmonellen und natürliche Selbstreinigung der Gewässer.
Zbl. Bakt. I. Abt. Orig. B 158 (1974), 432-445
- 86) Popp, I.: Versuche zur Abtötung von Salmonellen und Enteroviren in rohen und mechanisch geklärten Siedlungswässern mittels Aktivchlor.
Gesundheitswesen u. Desinfektion 60 (1968), 106-111

- 87) Posch, J., F.-J. Pothmann u. W. Fennessen:
Thermische Abwasserdesinfektion.
Das Krankenhaus (1956), 3-8
- 88) Primavesi, C.A. u. J. Wüstenberg: Ergebnisse virologischer
Abwasseruntersuchungen.
Arch. Hyg. Bakteriол. 149 (1965), 336-343
- 89) Primavesi, C.A.: Virologische Untersuchungen an Abwässern und
Flußwässern.
Pathol. Microbiol. 28 (1965), 956-961
- 90) Ramos-Alvarez, M.; A.B. Sabin: Intestinal viral flora of
healthy children demonstrable by monkey
kidney tissue culture.
Amer. J. publ. Hlth. 46 (1956), 295
- 91) Reploh, H.: Flüssige und feste Abfallstoffe.
Lehrbuch der Hygiene - Präventive Medizin von
H. Gärtner u. H. Reploh, 2. Aufl., G. Fischer-
Verlag, Stuttgart, 1969, 105-119
- 92) Rohde, R., H.P.R. Seeliger u. S. Hofmann: Jahresbericht über
die Salmonellosen in der BRD und West-Berlin 1958.
Zbl. Bakt. I. Abt. Orig. 182 (1961), 357-403
- 93) Rohde, R., H.P.R. Seeliger u. S. Hofmann u. E. Bulling:
Jahresbericht 1960 u. 61 über die Salmonellosen
in der BRD einschließlich Berlin (West).
Arch. Hyg. u. Bakteriол. 149 (1965), 437-459
- 94) Schmidt, B. und V. Ienk: Der Nachweis von Salmonellen im
Abwasser als möglicher Maßstab für die Seuchen-
lage einer Bevölkerung.
Zbl. Bakt. I. Abt. Orig. 178 (1960), 459-483
- 95) Schlirf, K. u. H. Seidenstücker: Der Wismutsulfitagar zur
Züchtung der Typhus - Paratyphus - Bakterien.
Zbl. Bakt. I. Abt. Orig. 157 (1951), 356-369
- 96) Schulz, W.: Thermische Abwasserdesinfektion.
Die Reinigung von Abwässern aus Schlachthöfen
und Krankenhäusern.
2. Auflage, Oldenbourg-Verlag, München, 1970,
230-241
- 97) Shuval, H.I.: Detection and control of enteroviruses in the
water environment.
" Developments in Water Quality Research " edited
by H.I. Shuval, Ann Arbor-Humphrey Science
Publishers, Ann Arbor, Michigan (London, England)

- 98) Shuval, H.-J., J. Cohen and R. Kolodney: Regrowth of Coliforms and Fecal Coliforms in chlorinated Wastewater effluent.
Water Res. Perg. Press 7 (1973), 537-546
- 99) Shuval, H.I.; S. Cymbalista; A. Wachs; Y. Zohar; N. Goldblum: The inactivation of enteroviruses in sewage by chlorination.
Advances in Water Pollution Research; Proceedings of the third intern. Conf. held in Munich, Germany, Sept. 1966, Vol. 2, 37-51
- 100) Stahn, I.: Über die epidemiologische Beziehung zwischen den in den Vorflutern und Abwässern Bremens isolierten Salmonellen vom Typ manchester und dem Befall der Bevölkerung.
Arch. Hyg. Bakteriол. 147 (1963), 598-608
- 101) Steuer, W. u. L. Dettinger: Die chemische Desinfektion von Krankenhausabwässern.
Gesundheitsw. u. Desinf. 60 (1968), 106
- 102) Tschönhaus, B.: Die Abwasserbehandlung in Tbc-Krankenhäusern, beschrieben am Beispiel des Tbc-Sanatoriums Gauting bei München.
Die Reinigung von Abwässern aus Schlachthöfen und Krankenhäusern.
2. Auflage, Oldenbourg-Verlag, München, 1970, 198-213
- 103) Wachs, B.: Die hygienischen Voraussetzungen für die Einleitungsbedingungen von Abwässern.
Münch. Beitr. für Abwasser, Fischerei- und Flußbiologie 17 (1970) 50-78, R. Oldenbourg-Verlag, München.
- 104) Wagner, K., E. Mitscherlich u. U. Reuss: Nachweis von Tuberkelbakterien im Abwasser von Tuberkuloseheilstätten.
Gesundheits-Ing. 74 Jahrg. (1953), 154-156
- 105) Wagner, K. u. U. Reuss: Bedeutung und Nachweis von Tuberkelbakterien im Abwasser.
Zbl. f. Bakt. I. Abt. Orig. 160 (1953/54), 90-94
- 106) Barriner, R.: A. C. Asce: Field tests on chlorination of polio-virus in sewage.
J. of the Sanitary Engineering Division, (Oktober 1967), 51-65

- 107) Weise, H.J. Zum Typhusbakterienausscheider-Problem in Berlin (West)
I. Teil: Epidemiologische Aspekte
Bundesgesundheitsbl. (1968), 249-254
- 108) Welke, G.: Virologische Untersuchungen an einer mechanisch-biologischen Abwasserreinigungsanlage
Z.Ges., Hyg. u. Grenzgeb. 15 (1969), 894-897
- 109) Wendenburg, W.: Abwasserdesinfektion bei Tuberkulose.
Veröffentlichungen Jahrbuch 1958 der Akademie für Staatsmedizin Düsseldorf, S. 65
- 110) White, G.C.: Problems in obtaining adequate sewage disinfection
J. San. Eng. Div. 97 (1971), 449-462
- 111) Witzenhausen, R.: Abwasser in hygienischer Sicht
Stuttgarter Berichte zur Siedlungswasserwirtschaft 2 (1966), 113-130 (Kommissionsverlag R. Oldenbourg, München)
- 112) Wundt, W.u.K. Die hygienische Bedeutung des Nachweises von Salmonellen im Kanalnetz
Deckelnick:
Öffentl. Gesundh. Wesen 34 (1972), 409-414
- 113) N.N.: Die Bedeutung und Bekämpfung der Salmonella-Infektion bei Mensch, Tier und Lebensmitteln tierischer Herkunft
Bundesgesundheitsbl. 11 (1968), 375-387
- 114) N.N.: Liste der vom Bundesgesundheitsamt geprüften und anerkannten Desinfektionsmittel und -verfahren (Stand 1. Oktober 1971, 5. Ausgabe).
Bundesgesundheitsblatt 14 (1971), 309-312
- 115) N.N.: Bundesgesundheitsblatt 13 (1970), 35
- 116) Pietsch, O. und Bulling, E.: Bundesgesundheitsblatt 15 (1972) 321-332
- 117) dies. Bundesgesundheitsblatt 16 (1973), 194-201
- 118) N.N.: Einheitliche Anforderungen an die Beschaffenheit, Untersuchung und Beurteilung von Trinkwasser in Europa (WHO - Europäisches Büro, Kopenhagen).
Übersetzt: G. Müller, G. Fischer Verl., Stuttgart, 1971
- 119) N.N.: Einleitung von Krankenhausabwasser in die Kanalisation (Merkblatt)
Bundesgesundheitsblatt 18 (1975) 159-160



Lebenslauf

Als Sohn des Universitätsprofessor Dr. phil. Kripal Singh Sodhi und seiner Ehefrau Sigrid Sodhi geb. Zarneckow wurde ich, Rana Singh Sodhi, am 20.10.1946 in Berlin geboren.

Ostern 1953 wurde ich in die Zinnowwaldschule in Berlin eingeschult, die ich vier Jahre besuchte. Ab 1957 besuchte ich dann das Ev. Gymnasium zum grauen Kloster Berlin, an dem ich 1966 die Reifeprüfung ablegte.

Ab 15.4.1966 studierte ich an der Freien Universität Berlin Medizin, an der ich am 21.8.1972 die Ärztliche Prüfung bestand. Nach einer einjährigen Medizinalassistentenzeit wurde mir vom Senator für Gesundheit und Umweltschutz die Approbation erteilt.

Vom 1.12.73 bis 30.6.74 arbeitete ich als Assistenzarzt auf der chir. Abt. des städt. Krankenhauses Wilmersdorf und seit 1.7.1974 auf der chir. Abt. des städt. Behringkrankenhauses in Berlin.

Berlin, den 7.2.1975

R. S. Sodhi

